

로버트 보일의 색깔 이론

홍 성 욱

서울대 대학원 과학사 및 과학철학 협동과정

Robert Boyle's Theory of Colour

HONG Sungook

Program in History and Philosophy of Science

Seoul National University

ABSTRACT

Robert Boyle's *Experiments and Consideration Touching Colours*, written in 1664 to explain mechanically the so-called quality of colour, contained his various speculations on the nature of colour as well as dozens of experiments which would create change of colours and which seemed to be fitted by his corpuscular explanation. Nevertheless, his colour theory has largely been neglected by historians of science, partly because Newton's revolutionarily modern theory on light and colours overshadowed all his contemporaries' thoughts on colour. This article aims at analysing the structure of Boyle's colour theory in connection with his corpuscular philosophy and experiments. For the first step, with special attention to Descartes, colour theory before Boyle is reviewed. Next, his concept of 'disposition', which he introduced to explain the changes of colour on the basis of his corpuscular philosophy, is analysed. And the limitations of his explanation on the nature of colour, which was closely connected with his 'disposition', is considered. In conclusion, above-mentioned discussions are put together to reveal the internal structure of Boyle's colour theory, corpuscular philosophy and experiments.

색깔을 어떻게 파악하는가의 문제는 고대부터 17세기 과학혁명기에 이르기까지 수많은 과학자·철학자들의 흥미를 유발해 왔다. 고대 그리스 때부터 색깔의 문제가 언급되었는데, 아리스토텔레스(Aristoteles)는 빛을 투명한 것에 해당하는 색깔로 규정하고, 이 빛을 불이나 불과 유사한 어떤 것의 현존(presence)으로 파악했다. 그는 이 빛의 정반대가 어두움이며 흰 색과 검은 색 이외의 다양한 색깔들은 빛과 어두움이 조금씩 다른 비율로 혼합됨으로써 생기는 것이라고 언급했다. 또한 아리스토텔레스는 색깔을 감각 대상(sensible) 중 하나라고 생각했는데, 감각 대상인 색깔은 빛의 도

* 1988년 10월 5일 접수; 11월 10일 게재 결정.

움을 받아 인간이 감지하는 것이었다.¹⁾

아리스토텔레스의 색깔에 대한 논의는 중세에 와서도 그 골격은 그대로 유지되며 세부적으로 발전되었다. 후에 중세 유럽에 큰 영향을 미쳤던 이슬람의 아비케나(Avicenna)는 빛을 투명한 물체의 성질(quality), 색깔을 투명하지 않은 물체의 성질로 간주했다. 빛과 색깔의 관계는 알하젠(Al-Hazen), 아베로에스(Averroës)에 의해 더욱 사변적인 형태로 논의되었다. 기하광학의 발전에 중요한 업적을 남긴 알하젠은 색깔과 빛의 미묘한 상호연관성에 대해 “빛과 색깔은 독립적으로 그들의 형상(form)을 전파한다”고 이 둘의 관계를 설정했다. 아베로에스는 하나의 물체로부터 인간의 눈에 이르기까지 빛과 색깔이 어떻게 그들의 형상을 독립적으로 전파하는가에 대해 빛과 색깔에는 ‘정신적 존재’와 ‘물질적 존재’의 두가지 존재 형태가 있으며 여기서의 정신적 존재는 물질을 포함하지 않는 존재라고 했다.²⁾

이슬람 과학을 수용, 발전시켰던 중세 유럽에 있어서도 색깔에 관한 논의는 크게 달라지지 않았다. 색깔이 물체의 ‘내재적 성질’(inherent quality)이라는 생각은 더욱 강화되었으며, ‘빛과 색깔의 독립적 전파’도 계속 논의되었다. 그로세테스테(Robert Grosseteste)는 무지개의 색깔을 빛의 굴절(refraction)로 설명하면서, “색깔은 빛이 매질과 혼합되어 나타나는 것이며, 매질의 불순·청결, 빛의 밝음·어두움, 많음·적음의 여섯가지 다른 요소의 조합이 이에 기여한다”고 언급하고 있다.³⁾

색깔이 물체의 ‘본질적 형상’(substantial form)으로부터 나온 ‘내재적 성질’이라는 아리스토텔레스주의에 대한 비판은 기계적 철학이 발전하면서 다양한 형태로 제기되었다.⁴⁾ 갈릴레오(Galileo), 베이컨(Bacon), 데카르트(Descartes), 보일(Boyle), 후크(Hooke), 호이혼스(Huygens), 뉴턴(Newton) 등 과학혁명기에 중심적인 역할을 수행했던 과학자들이 색깔을 물체의 내재적 성질로 보는 아리스토텔레스주의를 비판하면서, 색깔을 물질과 물질의 운동으로만 설명하는 것을 골격으로 한 자신들 나름의 색깔 이론(Colour Theory)을 전개했다.⁵⁾ 기계적 철학에서 색깔을 물질과 운동으로만 설명하려는 시도는 기계적 철학이 아리스토텔레스주의 자연철학을 효과적으로 제압할 수 있는가

- 1) 아리스토텔레스의 색깔에 관한 논의로는 Aristotle, *Meteorology* 342^b18-22, 371^b17-378^b6, *On the Soul*, 418^a26-419^a2, *Sense and Sensibilia*, 439^a6-440^b25를 볼 것. 여기서는 아리스토텔레스 전집중 최근판인 J. Barnes ed., *The Complete Works of Aristotle*, 2 vols. (Princeton Univ. Pr., 1984)를 썼다. 아리스토텔레스를 비롯한 에우클레이데스, 프톨레마이오스의 색깔, 빛에 대한 간단한 논의가 O. Pedersen & M. Phil, *Early Physics and Astronomy* (New York, 1974), ch. 10에 있다.
- 2) 이슬람 광학에 대한 여기서의 논의는 D.C. Lindberg, *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler* (Univ. of Chicago Pr., 1976), “The Science of Optics” in D.C. Lindberg ed., *Science in the Middle Ages* (Univ. of Chicago Pr., 1978), pp. 338-368을 참고했다. Lindberg의 *Theories of Vision*은 이슬람과 중세 유럽의 광학에 대한 훌륭한 참고문헌을 담고 있다.
- 3) Robert Grosseteste, “On the Rainbow” in E. Grant ed., *Source Book in Medieval Science* (Harvard Univ. Pr., 1974), pp. 388-391을 볼 것. 색깔에 대한 Grosseteste의 논의는 Lindberg, *Theories of Vision* ch. 5나 A.C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science 1100-1700* (Oxford, 1953) ch. 5를 참조할 것.
- 4) 17세기 기계적 철학에 대해서는 특히 다음의 글이 유용하다. M. Boas, “The Establishment of the Mechanical Philosophy” *Osiris*, 10(1952), 413-541; E.J. Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture* (Oxford Univ. Pr., 1966); R.H. Kargon, *Atomism in England from Harriot to Newton* (Oxford Univ. Pr., 1966).
- 5) Galileo, *The Assayer* (1623), pp. 274-277 in Stillman Drake ed., *Discoveries and Opinions of Galileo* (Anchor Book, 1957), pp. 231-280; F. Bacon, *Novum Organon*, Book II, aphorism 22-23; Descartes, *Opticks*, *Meteorology* (1637); R. Boyle, *Experiments and Considerations Touching Colours* (1664); R. Hooke, *Micrographia* (1665), observation IX, X; Huygens, *Traité de la Lumière* (1679); I. Newton, “New Theory about Light and Colour” *Philosophical Transactions*, 19(1671-72), 3075-3087. Newton 이전의 색깔 이론은 H. Guerlac, “Can There be Colours in the Dark? Physical Colour Theory before Newton” *Journal of the History of Ideas*, 47(1986), 3-20을 참조할 것.

시험하는 일종의 테스트였다.

그런데 고대로부터 색깔에 관한 논의는 그 자체만 놓고 이루어졌다기보다는 광학, 특히 기하광학이라는 보다 넓은 과학 분야의 한 부분으로 이루어지곤 했다. 아리스토텔레스도 무지개의 색깔을 빛의 반사(reflection)와 연결시키고 있으며,⁶⁾ 헤론(Heron)에 이르면 ‘시각의 과학’(Science of Vision)에 광학(optics), 굴절광학(dioptrics), 반사광학(catoptrics)을 전부 포함시켜 함께 논의하는 전통이 자리잡게 된다.⁷⁾ 이렇게 시작된 광학은 알렉산드리아의 프톨레마이오스(Ptolemaios), 이슬람, 중세 유럽을 통해 계속 발전했으며, 과학혁명을 거치며 근대 기하광학으로 자리잡게 된다.

이와 같이 색깔에 대한 설명을 기하광학이란 넓은 분야에서 파악한다면, 17세기 광학의 큰 흐름이었던 데카르트, 호이혼스, 뉴턴으로 이어지는 강물에 로버트 보일이라는 지류가 기여한 바는 미미한 것일 수도 있다.⁸⁾ 또 아리스토텔레스주의의 내재적 성질에 대한 기계적 철학의 비판이란 측면에서 보아도 보일은 데카르트가 이론적으로 다 완성한 일을 단지 수많은 실험을 통해 사람들에게 설득력있게 제시했다는 정도로 인식되곤 한다. 실제로 많은 과학사학자들이 보일의 색깔 이론을 언급했지만, 이런 연구의 대부분은 데카르트나 뉴턴과의 연관성을 밝혀 보려는 의도만이 너무 강한 것들이었다.⁹⁾

이 글에서는 보일의 색깔에 대한 설명이 그의 입자철학(corpuscular philosophy) 속에서 어떻게 주어지고 있는가를 보이려고 한다. 이를 위해 먼저 보일이 색깔을 어떻게 파악하고 있었나를 살펴보고 그러한 파악이 나오게 된 이유와 이로부터 연유한 몇몇 특성을 언급할 것이다. 그리고 결론에서 보일의 입자철학과 색깔에 대한 그의 생각을 종합해서 파악하려 한다. 이러한 시도는 색깔에 대한 보일의 생각과 그의 입자 철학에 대한 우리의 이해를 좀더 깊은 단계로 이끌 수 있을 것이다.¹⁰⁾

I

색깔을 물체에 내재한 성질로 보는 아리스토텔레스주의자들의 생각을 결정적으로, 그리고 영향력 있게 비판했던 사람은 데카르트였다. 그는 광학에서 빛을 다음과 같이 3가지 비유를 들어 설명하고 있다. 그는 먼저 빛을 장님의 지팡이로 비유하고 있는데, 이에 의하면 빛은, 마치 장님이 지팡이로 땅을 짚었을 때 압력이 손에 전달되듯이, (지팡이로 비유한) 매질을 통해 전달되는 압력과 유사한 작용이었다. 두번째로 그는 빛을 통 속의 짙 찬 포도즙으로 비유했는데, 여기서 빛은 진공을 방지하기 위해 물체들의 구멍(pore)을 채우는 미묘한 물질(subtle material)의 작용(action)이며, 광선은 이런 작용이 일어나는 선(line)이었다. 마지막으로 그는 빛을 움직이는 공과 같은 둥근 입자에 비유하고 있다. 빛이 반사되고 굴절되는 것은 움직이는 공이 물체에 부딪쳐 되튀어 나오거나 다른

6) Aristotle, *Meteorology*, 372^a17.

7) Hero of Alexandria, "Catoptrics" in M.R. Cohen and I.E. Drabkin eds., *A Source Book in Greek Science* (Harvard Univ. Pr., 1958), pp.261-268.

8) 데카르트, 호이혼스, 뉴턴으로 이어지는 과학혁명기 기하광학에 대한 논의는 A.I. Sabra, *Theories of Light from Descartes to Newton* (London, 1967)에 자세히 다루어져 있다.

9) 예를 들어 M. Boas는 보일과 뉴턴과의 연관성을 강조함에 반해, Westfall은 보일의 색깔 이론이 뉴턴의 것과는 질적으로 다른 것이라고 오히려 데카르트의 색깔 이론과 가까움을 지적하고 있다. M. Boas, op. cit., pp.489-506, passim이나 R. Westfall, "The Development of Newton's Theory of Colour" *Isis*, 53 (1962), 339-58을 볼 것.

10) 보일의 입자철학의 이해를 위해서 2차자료로서 다음의 글이 유용하다. M. Boas, op. cit., R.H. Kargon, op. cit., M.B. Hall, *Robert Boyle on Natural Philosophy* (Indiana Univ. Pr., 1966), T.S. Kuhn, "Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century" *Isis*, 43(1952), 12-36.

매질로 들어가는 것과 유사한 과정이었다.¹¹⁾

데카르트에 의하면 색깔은 이런 빛이 눈의 신경의 움직임을 유발할 때 일어나는 지각(perception)이었다. 이 지각을 설명함에 있어 데카르트는 ‘정신이 인식하는 관념과 이러한 관념을 낳는 운동 간에 어떤 유사성도 존재할 필요가 없다’는 인식론의 가정을 도입했다.¹²⁾ 즉 인간은 사과를 보고 붉다고 생각하지만 붉다는 감각과 이런 감각을 낳게 한 빛의 운동과는 어떠한 유사성도 존재할 필요가 없는 것이다. 이러한 근거에서 그는 색깔을 물질과 운동만으로 설명할 수 있었다. 예를 들어, 다양한 색이 존재하는 것은 빛이라는 작용(또는 입자)이 눈에 가하는 충격의 양태가 그만큼 다양하기 때문이었다.¹³⁾

Descartes 가 서로 다른 색깔의 본질, 메카니즘을 구체적으로 제시한 것은 「기상학」에서 무지개의 색깔을 설명하면서였다.¹⁴⁾ 그는 아리스토텔레스주의자들이 구별한 물체의 ‘참된 색깔’(true colour)과 무지개, 노을 등의 ‘외견상의 색깔’(apparent colour 또는 false, emphatical colour)의 구분을 부정하는 것으로부터 자신의 논의를 시작했다. 색깔이 빛의 운동이 정신에 일으킨 감각이라면 이 둘을 구별하는 것은 그에게 하등의 의미가 없었다. 그는 ‘외견상의 색깔’을 분석함으로써 색깔의 본질을 이해하려 했다. 이를 위해 데카르트는 커다란 유리 물방울을 만들고, 빛을 적당한 각도에서 쪼인 후 물방울의 하단에 생기는 붉은 색을 관찰했다.¹⁵⁾ 이러한 실험을 통해 데카르트는 무지개에 나타나는 붉은 색깔이 두번의 빛의 굴절과 두번 또는 한번의 빛의 반사를 통해 변형된 빛이라는 결론을 내렸다.¹⁶⁾ 이제 색깔이 빛의 반사와 굴절을 거친 변형된 빛이라는 사실은 의심의 여지가 없는 것이었다.

색깔이 빛의 반사와 굴절을 거치며 생성된다는 것을 밝힌 데카르트에게 한가지 문제가 더 남아 있었다. 그것은 노랑, 초록, 보라와 같은 무지개의 다른 색깔도 붉은 색과 똑같은 두번의 굴절과 두번 또는 한번의 반사과정을 겪는다는 것이었다. 그는 이 문제의 해결을 위해 프리즘을 사용해서 색깔을 만들어내는 데 필요한 조건을 최소화하는 작업을 했다. 프리즘을 들어오는 빛과 거의 수직으로 놓고 실험한 결과 그는 장막(shadow)——프리즘에서 빛이 통과하는 부분을 제외한 나머지 부분을 검게 차단한——과 한 번의 굴절만으로 색깔이 훌륭하게 만들어진다는 것을 발견했다. 이 발견과 이미 자신이 가지고 있었던 ‘인식론의 가정’——서로 다른 운동이 서로 다른 감각을 낳는다는——을 조합해서, 데카르트는 굴절이 일어나는 경로에 있는 입자들이, 마치 테니스 공처럼, 빛 입자에 서로 다른 ‘회전 속도’(rotational velocity)를 준다는 식으로 서로 다른 색깔의 메카니즘을 설명했다.¹⁷⁾

이렇게 프리즘의 ‘외견상의 색깔’을 설명한 뒤, 물체의 ‘참된 색깔’을 설명하는 것은 어려운 일이 아니었다. 흰 색은 빛을 아무런 변화없이 반사하는 것이었고, 검은 색은 마치 진흙에 공을 던지는

11) Descartes, *Optics*, first discourse.

12) Descartes, *Optics*, sixth discourse.

13) Descartes, *Optics*, fifth discourse.

14) Descartes, *Meteorology*, eighth discourse.

15) 무지개 색깔의 메카니즘을 물방울에 쪼여진 빛의 굴절과 반사를 통해 밝히려는 시도는 중세에도 Theodoric of Freiberg에 의해 이루어졌다. 비록 데카르트가 Theodoric of Freiberg의 *De iride*를 읽었는지는 밝혀지지 않았지만, 둘의 추론과정과 결론은 놀랄만큼 흡사한 것이었다. *De iride*의 일부분이 Grant, *Source Book*(주 3참조), pp.435-441에 실려 있다. 2차자료로는 W.A. Wallace, *The Scientific Methodology of Theodoric of Freiberg* (Fribourg: The University Press, 1959)나 Crombie, *Robert Grosseteste*(주 3참조), ch. 9를 참조할 것.

16) 두번의 굴절과 한번의 반사를 겪는 경우는 1차무지개(primary rainbow)이고 두번의 굴절과 두번의 반사를 겪는 경우는 2차무지개(secondary rainbow)이다.

17) 진공을 인정하지 않는 데카르트의 자연철학체계로 보아서는 빛을 테니스 공과 같은 입자로 간주하는 것보다 압력으로 생각하는 것이 더욱 타당했을 것이다. 그러나 데카르트가 *Optics*, first discourse에서 빛을 움직이는 공에 비유했던 것은 바로 이 색깔의 메카니즘 때문이었을 것으로 추정된다.

것처럼 빛의 힘을 전부 빼앗는 것이었다. 붉은 색은 붉은 색이라는 감각을 일으키는 데 적합한 회전속도를 빛에 주는 것이었으며, 이런 방법으로 다른 모든 색깔도 설명할 수 있었다. 물론 데카르트는 어둠(shadow)과 굴절만으로 모든 색깔이 만들어지지는 않는다고 하면서, 물체를 구성하는 입자들의 크기, 모양, 상태, 그리고 운동과 빛이 다양하게 어우러져 여러가지 색깔이 만들어진 것이라고 얘기하고 있다. 그러나 한가지 분명한 것은, 그가 빛과 어둠의 배합, 굴절, 반사를 통해 빛에 ‘변형’이 생겨서 색깔이 만들어진다고 생각했다는 점이었다. 물체와 운동만으로 모든 것을 설명하려 했던 그에게 색깔이란 ‘빛의 변형’(modification of light) 이외의 다른 것이 될 수 없었다.¹⁸⁾

II

1664년 출판된 보일의 *Experiments and Consideration Touching Colours*는 베이컨주의의 자연사(Natural History)를 건설하려는 의도에서 이루어졌던 일련의 작업 중 첫번째로 나온 것이었다.¹⁹⁾ 이 책이 특정한 이론을 가지고 씌어진 것이 아니라 굳건한 이론을 구축하기 위한 토대를 제공한다는 것을 목적으로 한다는 사실을 보일은 다음과 같이 밝히고 있다.

“독단적인 것이 아닌 역사적인 것을 제공하기 위해 이 책을 썼으며…… 내가 색깔에 대한 특정한 이론이 없이 색깔에 대한 무엇을 출판하려 하는 것이 이상하게 보일지도 모르나……[이 작업은] 이후 다른 사람이나 내가 색깔에 대해 본질적인 이론을 구축하기 위한 토대가 될 것이다.”²⁰⁾

그렇지만 이 책을 통해 그의 색깔에 대한 이론적 설명이 전혀 나타나지 않는 것은 아니다. *Touching Colours* 제 1부의 거의 대부분과 제 2부의 반이 빛, 색깔에 대한 사색으로 되어 있으며, 제 2부의 나머지와 제 3부가 실험으로 이루어져 있다. 특히 보일은 제 1부 제 5장에서 색깔에 대한 기존의 6가지 다른 설명들——아리스토텔레스주의자, 플라톤, 원자론자, 근대 철학자들, 화학자, 데카르트주의자——을 언급하면서, “비록 이들 중 어떤 하나도 다른 하나를 배제할 자격을 갖추었다고 보기 힘들고……또 나의 이 책이 이런 이론 중 어느 하나를 옹호하거나 내 이론으로 대체하려는 것은 아니지만……색깔의 역사가 사물을 단지 기록, 저장하는 것이 아닌 옳고 포괄적인 가설을 세우기 위한 방법이 되기 위해서” 두가지 정도를 지적하겠다고 말하고 있다.²¹⁾ 보일이 지적한 두가지 중 첫번째 것은 자신의 실험이 아리스토텔레스의 원리와 화학자들의 이론이 불충분하다는 것을 보이는 데 충분하다는 것이었다. 두번째로 보일은 자신의 실험을 통해 색깔을 ‘빛의 변형’으로 보는

18) 색깔을 ‘빛의 변형’으로 파악하려는 시도는 실제로 아리스토텔레스부터 시작된 것이었다. 이러한 관점에서 데카르트의 색깔 이론에 대한 간략한 논의가 Westfall, “Newton’s Theory of Colour” (주 9 참조)에 있다.

19) 원제목은 *Experiments and Considerations Touching Colours. First occasionally written, among some other Essays, to a friend; and now suffer’d to come abroad as The Beginning of an Experimental History of Colours*이다. (이후 이 책은 *Touching Colours*로 약해서 사용할 것임.) 베이컨주의 자연사를 완성하려는 보일의 시도는 *The Sceptical Chymist* (1661), *Certain Physiological Essays*(1661)에서 단편적으로 드러나고 있으며, *Touching Colours* 이후 본격적으로 이루어졌다. 이러한 보일의 저작으로 *New Experiments and Observations Touching Cold* (1665), *The Origin of Forms and Qualities* (1666), *Experiments, Notes & C. about the Mechanical Origin and Production of Diverse Particular Qualities* (1672) 등이 있다.

20) *Touching Colours*, The Preface.

21) *Touching Colours*, p.22.

입장에 가장 가깝게 되었음을 말하고 있다.

“나는 색깔을 빛의 변형으로 보는 입장에 가깝다 : 그리고 당신들에게 이 가설을 더욱 정교하게 하고, 내가 이것을 흰 색과 검은 색의 설명에 적용하기 위해 노력했던 것처럼 특정한 색깔의 생성을 설명하는 데 더욱 발전시켜 적용하기를 바란다.”²²⁾

여기서 볼 수 있듯이 보일은 색깔이 변형된 빛이라는 데카르트식의 설명을 가장 만족스러운 것으로 받아들이고 있다.

그렇지만 보일이 ‘빛의 변형’의 메카니즘까지도 데카르트와 동일하게 파악한 것은 아니었다. 그는 데카르트의 원형(圓形)입자(globuli)의 존재가 증명하기 힘든 것이고, 더구나 “이런 원형 입자가 공기, 투명체의 구멍에 꼭 차 있다 해도 이것이 우리에게 색깔의 지각을 변화시킬 만큼의 충격을 주지 않는 경우가 너무 많다”며 원형입자를 거부하고 있다.²³⁾ 데카르트와는 달리 보일의 ‘변형’(modification)은 분명한 메카니즘이 있었던 개념이 아니었다. 보일에게 ‘변형된 빛’의 본질은 다른 여러 가지 요소들을 미리 알아야 비로소 알 수 있는 것이었다.

“이러한 사업을 수행하기 위해서는, 나는 첫번째로 빛이 무엇인가를 알아야 하며……그 다음에 내가 물리학(physics)에서 적면했던 가장 심원한 것 중 하나인 굴절의 본질을 알아야 하며……물체의 표면 입자에서 굴절 또는 반사, 또는 둘 모두에 의해 (빛이) 어두움 또는 그림자와 혼합되는 종류와 비율을 더 깊이 알아야 하며……왜 이러한 빛과 그림자의 혼합이, 예를 들어, 잘 익은 버찌의 표면에선 녹색이 아닌 붉은 색을 나타내며 같은 나무의 잎에서는 붉은 색이 아닌 녹색을 나타내는가를 더 깊이 알아야 하며……마지막으로 왜 색깔로 변형된 빛——단지 입자들로 구성된——이 망막과 눈의 신경에 부딪쳤을 때 단지 충격만을 주는 것이 아니라 색깔을 만들어 내는가를 이해해야 한다.”²⁴⁾

또한 보일은 색깔과 같은 성질에 대해 감각(sensation) 자체나 감각을 일으키는 운동(색깔의 경우에는 변형된 빛)보다는 서로 다른 감각을 가져오는 물체의 구조를 더욱 중요하게 생각했다는 점에서도 데카르트와 달랐다. *Touching Colours* 출판 2년 후에 나온 *Crigin of Forms and Qualities*에서 보일은 자신의 입장을 다음과 같이 밝히고 있다.

“가장 현명한 데카르트는 몇가지 성질들에 대해 언급하고 있다. 그러나 나는 책장을 넘기면서 그가 대부분의 다른 성질들을 다루지 않고 있음을 발견했다 ; 그리고 이것들 중 감각되는 성질(sensible quality)이라 불리는 것에 대해서, 그는 물체 자체에 어떤 변화가 생겨서 어떤 때는 이런 성질을, 또 다른 때는 다른 성질을 우리에게 야기하는가를 고려하기보다는 그것들이 우리의 감각기관에 어떤 작용을 하는가만을 매우 간략하게 일반적으로 말하고 있다.”²⁵⁾

이는 색깔이라는 성질이 냄새, 맛, 촉각과는 달리 색깔을 띤 물체와 인간의 감각기관 사이에 빛을 필요로 한다는 사실과 관련된 것이었다. 아리스토텔레스주의자들은 색깔을 물체에 내재하는 성질로 보고 빛은 이것을 드러내 주는 역할을 한다고 생각했다. 이런 의미에서 색깔은 물체(속)에 존재하는 것이었다. 한편, 데카르트는 관심을 빛으로 옮겨 색깔을 변형된 빛이 인간의 눈에 가한 다양한 충격으로 규정하면서 인간의 감각으로서의 색깔을 언급했다. 보일은 빛의 변형과 물체에 모두

22) Ibid.

23) Ibid.

24) *Touching Colours* p. 23.

25) *Origin of Forms and Qualities*, p. 11.

비슷한 중요성을 부과했다. 그는 데카르트식의 ‘빛의 변형인 감각으로서의 색깔’을 받아들였지만, 이러한 변형의 기원이 되는 물체의 특정한 속성을 색깔로 보는 것도 의미있다고 생각했다.

보일이 색깔을 설명함에 있어 변형을 일으키는 물체를 강조했다라는 것은 그가 색깔을 물체 표면의 ‘배열’(disposition)이라고 파악했다는 점으로부터 볼 수 있다. 그는 색의 본질에 대한 견해를 색깔을 띤 물체 안에 존재하며 빛을 이런 저런 방법으로 변형시키는 내재적 성질로 보는 것과 우리의 감각기관에 충격을 주어 우리가 색깔이라 부르는 감각을 일으키도록 변형된 빛 그 자체로 보는 두 가지로 구분하고, 이 두가지 중 색깔을 후자로 보는 것이 더 타당하다고 말하고 있다. 그러나 끝이어서 보일은,

“그러나 색깔이 있다고 하는 물체 안에는, 빛을 우리의 눈으로 이런 저런 방법으로 반사시키고 굴절시키는 물체 표면 입자들의 독특한 배열이 존재하며, 그렇다면 또한 어떤 의미로는 색깔이 눈에 보이는 물체에 의존한다고 말할 수 있을지도 모른다.”²⁶⁾

이러한 ‘배열’에 대한 강조는 *Touching Colours* 전체를 통해 명백히 드러난다. 제 1부 제 3장에 서 보일은 ‘빛의 변형’으로서의 색깔을 언급한 후,

“따라서 결국 내가 색깔을 즉각적으로 감각기관을 자극하는 변형된 빛으로 얘기해왔으나, 나는 지금 당신들에게 나 자신이 어떤 의미로는 색깔을 물체 내부에 존재하는 성질(quality)로 볼 수도 있다는 것을 부정하지 않음을 상기시키려 한다. 왜냐하면 우리가 색깔이 있다고 부르는 물체 속에는, 그리고 특히 그 물체의 표면에는 빛을 교란하는 특정한 ‘배열’이 존재하기 때문이다.”²⁷⁾

고 배열에 대한 자신의 생각을 적고 있다. 또 다른 곳에서 보일은 어둠 속에서 색깔이 존재하는가에 대한 논쟁에 대해 어둠 속에서 색깔의 존재를 부정했던 원자론자들이 더 옳다고 하면서 다음과 같이 쓰고 있다.

“……그러나 반면에, 단일 색깔이 반사하는 빛을 교란하는 물체 표면의 특정한 균일 배열로 간주된다면…… 이러한 의미에서 물체가 낮에 그러한 것처럼 밤에도 색깔을 가지고 있다는 것을 부정할 만한 정당한 이유는 존재하지 않는다.……또는 조금 다르게 말한다면…… 물체들은 어둠 속에서는 잠재적으로 색깔을 띠었으며, 빛 속에서는 실제로 색깔을 띤 것이다.”²⁸⁾

이는 아비케나가 색깔을 “빛이 쪼여지지 않고 관측되지 않았을 때는 잠재태로만 존재한다”고 생각했던 것과 유사하기까지 하다.²⁹⁾

보일은 이 ‘배열’을 사용해서 흰 색과 검은 색을 다음과 같이 설명하고 있다. 흰 색 물체의 표면 배열이 가질 조건은 “빛을 현저하게 변형시키지 않고 반사해야 하며” 그 반사를 “물체 안 쪽이 아닌 바깥 쪽으로 다시 되돌려 보내야 한다”는 것이다. 이런 조건으로부터 그는 흰 색 표면의 배열이 “항상 원형일 필요는 없지만…… 대부분 불룩하고 매끈하게 이루어져 있지 않을까 추측하게 되었다”고 결론짓고 있다.³⁰⁾ 반대로 검은 물체 표면의 배열은 “그곳에 떨어지는 빛을 마치 죽은 것처럼 만들어 거의 반사되지 않게 하는 독특한 종류의 구조”를 가져야 했다. 보일은 이러한 성질을 가진 검은색의 배열로 “뾰족하고 긴 원통, 피라미드, 원뿔 모양의 입자가 뻗뻗이 들어서 있어, 그곳으로 떨어

26) *Touching Colours*, p. 7.

27) *Ibid.* p. 9.

28) *Ibid.* p. 19.

29) 아비케나의 언급은 Lindberg, “The Science of Optics” (주 2 참조) p. 356에서 재인용.

30) *Touching Colours*, pp. 24–27.

진 빛이 반사되지 않는 것”을 가장 타당하다고 생각했다.³¹⁾

보일 자신은 자신의 ‘배열’과 아리스토텔레스주의자들의 ‘내재적 성질’이 비슷하게 인식되기 쉽다는 위험을 알고 있었고, 따라서 이 둘이 다르다는 사실을 명확히 할 필요를 느끼고 있었다. 보일은 자신의 배열이 물체의 표면에만 존재하는 것이라고 강조함으로써 이 둘의 차이를 부각시켰던 것이다. 그는 쇠의 담금질, 액체 표면의 거품, 과일 등 수많은 예를 들어 아리스토텔레스가 주장한 ‘관통하는 성질’(penetrative quality)을 부정하고, 색깔이 내부에도 있는 경우는 극히 예외적인 것이라고 규정했다. 물론 보일에 있어서 이런 배열이 물체의 표면에 존재하지 않는 경우도 있었다. 그렇지만 이러한 물체는 보일에게 있어서 투명한 것이거나 반투명한 물체로 다루어졌다.³²⁾

III

‘배열’의 강조는 보일이 색깔을 설명할 때 제시했던 경험적 사례들에서 암묵적으로 드러난다. 제 1부에서 보일은 손으로 물체의 색깔을 정확하게 판독하는 버마슨(John Vermassen)이라는 장님의 경우를 매우 장황하고 길게 언급하고 있는데, 이로부터 그가 내린 결론은 “색깔이 물체 표면의 배열에 의존하는 것을 보였으며 또 이러한 배열이 존재한다는 것을 충분히 보였다”는 것이었다.³³⁾

보일은 다양한 색깔에 해당하는 다양한 배열 중 흰 색과 검은 색에 해당하는 것은 자신이 실험을 통해 충분히 보여 주었다고 언급하고 있다. 그리고 그는 흰 색과 검은 색 이외의 빨강, 노랑, 초록 등의 색깔에 해당하는 배열의 구체적 모양과 그것이 빛을 변형시키는 메카니즘은 현미경의 충분한 발전과 더불어 더욱 많은 실험적 연구가 진행되면 알 수 있을 것이라고 생각했다.³⁴⁾

그럼에도 불구하고 그가 다양한 색깔에 해당하는 배열의 구체적 형태를 제시하지 않은 것이 그로 하여금 색깔에 대한 실험들과 그 실험들에 대한 입자적 해석을 하지 못하게 하는 요소가 되었던 것은 아니다. 오히려 실제 결과는 그 반대였다. 보일은 배열에 의해 특정한 색깔이 만들어지는 메카니즘으로부터, 배열의 변형에서 야기되는 색깔의 변화에 주목함으로써 실험으로 뒷받침되고, 입자 철학에 입각한 색깔 이론을 제시할 수 있었다.³⁵⁾

색깔의 변화는 배열의 변화에 기인하는 것이었다. 그리고 이 배열의 변화는 물체의 ‘구조’(texture)의 변화의 결과였다.³⁶⁾ ‘구조’란 눈에 보이지 않는 작은 입자들(corpuscles)이 모여 구성한 물체의 내적 조성을 의미했다. 보일의 실험의 대부분은, 두가지 이상의 물체(이중 하나 이상은 대부분 액체)를 섞거나 하여 원래 물질의 구조와는 다른 구조의 물질을 만들면, 그로부터 물체 표면의 배열이 변하고 이런 변화는 다시 빛의 변형에 변화를 가져와 결과적으로 색깔의 변화를 낳는 유형의 것들이었다. 또한 이러한 실험은 대부분 ‘뽀죽하고 활동적이며 빠른 염의 입자’(saline particles)를 가지고 있는 액체를 혼합하는 것이었다. 이런 입자들은 원래의 배열에 존재하는 구멍에 결합하거나, 원래 색깔을 내게 하는 것을 제거하거나, 물질을 쪼개거나, (특히 액체의 경우엔) 분리된 입자를 붙들어 매거나, 배열의 입자들의 순서(order), 배치(posture)를 바꾸거나, 물체의 부분을 운

31) Ibid. pp.28-30.

32) “(소요)학파에선 색깔이 물체 전체를 관통하는 성질이라고 가르치는 것 같다……(그러나) 두세 가지 반례만으로도 이 지나치게 과다한 규칙을 폐기시키는 데 충분하다.” *Touching Colours*, p.9를 볼 것.

33) *Touching Colours*, p.15.

34) 보일의 현미경에 대한 언급은 *Touching Colours* p.13에 나와 있다.

35) 예를 들어 보일이 아리스토텔레스주의의 ‘성질’이나 화학자들의 ‘3원리’에 의한 설명을 전부 부정한다고 생각했던 간단한 실험으로 *Touching Colours*, p.39, Exp. XIV를 보라.

36) 물체의 구조(texture), 물체 표면의 배열(disposition), 그리고 색깔과의 관계에 대한 보일의 생각이 가장 명확히 드러나 있는 부분으로는 *Touching Colours* p.9나 p.58, Exp. XXX에 대한 보일의 해석을 볼 것.

동시키거나, 원래 입자에 결합해서 배열의 입자들의 크기와 모양을 바꾸거나 함으로써 기존의 배열을 변화시켰다.³⁷⁾

보일은 적어도 배열·구조의 변화가 색깔의 변화를 가져오며, 따라서 다양한 색깔이 다양한 배열에 의존한다는 것을 수십가지 실험을 통해 충분히, 그리고 설득력있게 보였다고 확신했던 것처럼 보인다. 현대의 관점에서 되돌아 볼 때 이런 배열의 존재, 변화의 메카니즘 그 자체를 실험을 통해 보인다는 것은 쉬운 일이 아니었을 뿐만 아니라 엄밀하게는 가능하지도 않은 일이었다. 그러나 구체적인 배열의 모양이나, 실험 과정 속에서 그것이 변형되는 동적 과정을 가시화(visualize) 할 수는 없었다 할지라도, 그는 배열의 변화가 아니고는 설명하기 힘든 색깔의 변화를 만들어냄으로써, 적어도 ‘배열이 존재하며 그것의 변화가 색깔 변화를 낳는다’고 주장할 수 있었다.

모든 실험 중 보일이 자신의 원리를 가장 훌륭하게 만족시킨다고 생각했던 것은 무색의 세가지 액체를 섞어 색을 만들었다가 없애는 실험이었다.³⁸⁾ 승화(sublimate)을 물에 녹인 용액과 타르타르산(oil of tartar)은 모두 무색인데 이 둘을 섞으면 진한 오렌지 색이 나타났다. 여기에 다시 황산(oil of vitriol)을 너댓 방울 떨어뜨리면 이 오렌지색이 순식간에 사라지는 것을 볼 수 있다. 보일은 이 실험이 이미 있는 색깔을 다른 색깔로 바꾸는 것이 아니라, 아무것도 없는 것으로부터 훌륭한 색깔을 만들고, 이것을 다시 없앤다는 점에서 다른 실험과는 [다르다고 생각했다. 따라서 ‘물체의 미세한 부분의 ‘구조’의 단순한 기계적 변화에 의해’ 무(無)로부터 색깔이 만들어졌기 때문에 이것은 색깔이 물체의 본질적 형상으로부터 나오는 내재적 성질이 아니라는 것을 보여 주기에 가장 적합한 실험이었다.

보일은 물체 표면의 배열의 변화로 색깔의 변화를 모두 설명했다고 생각했지만, 배열이나 구조의 변화는 실험으로부터 이끌어낸 현상이 아니라 오히려 실험을 규정하는 성격이 강한 것이었다. 보일은 색깔과 관련된 대부분의 반응, 변화에서 색의 변화가 있는 경우는 구조의 변화가 있는 것이고 그렇지 않은 경우는 구조가 변하지 않은 것으로 간주했다. 다시 말해서 색깔의 변화를 설명하는 많은 경우 보일은 “구조가 변해서 배열이 변했다”고만 하면 되었던 것이다. 그러나 색깔의 변화와 구조, 배열의 변화를 연관시키는 근거는 엄격하지 않았으며 오히려 임의적이었다. 예를 들어 검은 색 염료에 다른 어린 색깔의 염료를 섞어 검은 색 염료의 색깔이 변하지 않은 경우는 구조가 변하지 않은 경우지만, 검은 액체에 다른 액체를 섞어 검은 색이 소멸되거나 흐려지면 그것은 구조가 변해서 배열이 변화했기 때문이었다.³⁹⁾ 푸른 색과 노란 색의 혼합에 대해서는 조금 다른 말을 하고 있다. 즉, 푸른 색에 노란 색을 혼합해서 녹색이 나오는 경우는 보통의 혼합이고 구조의 변화가 없는 경우지만, 녹색 이외의 다른 색이 나오는 경우는 구조가 바뀐 것으로 간주했다.⁴⁰⁾

이와 같은 규정적·임의적 성격에도 불구하고 구조 및 배열은 액체의 혼합 등에서 나타나는 색깔의 변화를 설명하는 데는 어느 정도 성공적이었다. 이러한 변화는 “눈에 보이지 않는 배열이 변해서 색깔의 변화가 생겼다”고 하면 되었던 것이다. 그러나 미시적인 구조, 배열의 변화를 상정하기 힘든 거시적인 색깔 변화 또한 존재했다. 이 중 보일 자신이 계속 예를 들고 있지만 만족스러운 설명을 하지 못했던 것이 왜 투명한 유리를 뺀했을 때 흰 색 유리 가루가 되는가 하는 현상이었다. *Touching Colours*에서 보일은 투명한 물체가 가루로 되면 “상당히 복잡한 방법에 의해” 흰 색을 띠게 되며, 이 원인으로 가루 각각이 빛을 반사하기는 어렵지만 “작은 범위 내에 수많은 표면이 존재

37) 보일은 이 염기 입자가 물체의 배열을 바꾸어 색깔을 변화시키는 방법을 일곱가지로 분류하고 있다.

Touching Colours, pp. 15—18을 볼 것.

38) *Touching Colours*, p. 64, Exp. XL.

39) Ibid. p. 38, Exp. XIII.

40) Ibid. pp. 50—52, Exp. XVII, XVIII.

하고 이것이 ‘빛의 물리적 광선’(physical line of light)을 반사할 수도 있다”고 설명했다.⁴¹⁾ 그렇지만 2년 후 그는 이 이유를 “세계와 우리 눈의 조직(fabric) 때문에”라고 했으며,⁴²⁾ 1672년 출판된 *Mechanical Origin*에선 “그들의 숫자와 그들 표면의 다양한 위치가 빛을 여러가지 방법으로 반사하거나 빛의 광선에 특정한 변형을 주기에 적합하다”고 모호하게 서술하고 있다.⁴³⁾

IV

역사상 실제로 색깔의 문제가 해결된 것은 데카르트식의 회전속도의 메카니즘이 밝혀져서도 아니고, 후크와 같이 변형의 또 다른 메카니즘을 찾으려는 노력이 성공해서도 아니었으며, 보일이 주장했던 것처럼 색깔의 자연사가 완벽하게 만들어져서는 더욱 더 아니었다. 뉴턴은 색깔의 문제를 풀 수 있는 실마리를 전혀 예상치 못했던 방향에서 찾아냈는데, 그것은 빛이 이미 수많은 색깔의 혼합체라는 것이었다.⁴⁴⁾ 뉴턴 이전에 이 문제를 생각했던 수많은 과학자들 역시 빛이 물체에 부딪친 후 어떤 방법으로건 변형되어—어두움과의 혼합, 반사와 굴절(reflection, refraction) 양의 감소 등—우리 눈에 들어와 색을 느끼게 한다고 생각했었다. 그렇지만 원래 백색광인 빛이 모든 색을 다 가지고 있다가, 붉은 색의 물체에 부딪치면 붉은 색만을 반사하고, 노란 색 물체는 노란 색만을 반사하는 것이라고는 아무도 생각하지 못했던 것이다. 웨스트폴(Westfall)이 잘 지적했듯이 뉴턴의 이론과 색깔을 ‘빛의 변형’으로 파악하는 이론의 사이에는 엄청난 심연이 존재하고 있었다.⁴⁵⁾

보일은 뉴턴이 1672년 논문의 기초로 삼았던 1664—66년의 실험을 하기 전에 그와 비슷한 실험을 했던 몇 안 되는 과학자 중 하나였다.⁴⁶⁾ 특히 어두운 방에 구멍을 뚫고 그로부터 나온 빛을 프리즘에 통과시켜 무지개(iris)를 얻고, 그 배열을 변화시키기도 하고, 이런 무지개를 두 개 만들어 색깔을 혼합하기도 한 실험은 뉴턴의 실험에 한발짝 거리까지 접근한 것이었다.⁴⁷⁾ 특히 같은 방에서 실험을 하면서 보일이 볼록렌즈를 자주 사용했음을 볼 때 그가 왜 굴절된 빛을 다시 모아 보려는 생각을 하지 않았는가가 의문시되기까지 한다.

그러나 프리즘의 실험을 통해 보일이 밝히려고 했던 것은 뉴턴의 결론과 너무 다른 것이었다. 보일의 일차적 관심은 백색광에서 단색광을 만들어 내는 빛의 굴절의 본질이나 빛의 본질이 아니라, 어떻게 하면 프리즘, 무지개, 거품 등의 ‘외견상의 색깔’이 물체의 ‘참된 색깔’과 전혀 다른 것이

41) Ibid. p. 27.

42) *Origin of Forms and Qualities*, p. 25.

43) *Mechanical Origin or Production of diverse particular Qualities*, p. 233.

44) “광선들이 굴절물에 있어서 서로 다르듯이, 그것들은 이러한 또는 저러한 특정한 색깔을 나타내는 경향에 있어서 또한 서로 다르다.……어떤 광선은 붉은 색만을 나타내도록 되어 있으며, 어떤 광선은 노란 색만을, 어떤 광선은 녹색만을 나타내도록 되어 있다.” I. Newton, “New Theory about Light and Colours” *Philosophical Transactions*, 19(1671—72), 3075—3087, 특히 proposition 1, 7을 볼 것. 뉴턴의 이 논문은 I.B. Cohen ed., *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy* (Harvard Univ. Pr., 1958), pp. 47—59와 M.B. Hall ed., *Nature and Nature's Law* (New York, 1970), pp. 250—263에 수록되어 있다. Cohen의 책은 뉴턴에 대한 파르디스(Pardies), 후크, 호이존스, 리누스(Linus)의 비판과 이에 대한 뉴턴의 답변을 실고 있다(pp. 79—143). 광학 부분의 서문적인 T.S. Kuhn, “Newton's Optical Papers”(pp. 27—45)는 뉴턴의 광학과 관련된 좋은 안내 논문이다. 뉴턴의 광학에 대한 2차사료로는 많은 것이 있으나 특히 다음의 글이 유용하다. A.I. Sabra, *Theories of Light*(주 8 참조), R.S. Westfall, “Newton's Theory of Colour”(주 9 참조), “Newton's Reply to Hooke and the Theory of Colours” *Isis*, 54(1963), 82—96.

45) Westfall, “Newton's Theory of Colour”, p. 348.

46) 쿤은 데카르트, 마르치(Marci), 보일, 그리말디(Grimaldi)의 4명을 이들로 꼽고 있다. Kuhn, “Newton's Optical Papers”(주 44 참조) p. 29를 볼 것.

47) 프리즘을 사용한 보일의 실험은 *Touching Colours*, pp. 49—50, Exp. XIV—Exp. XV에 나와 있다.

아님을 보이는가에 있었다. 이런 생각은 데카르트와 유사한 것이었다. 보일이 지적한대로 만일 “외견상의 색깔이 참된 색깔임이 밝혀지면 결과적으로 색깔들은……단지 다양화된(diversified) 빛에 불과하며 실제적이고 내재하는 성질이 아니라는 점”이 명백해지는 것이었다.⁴⁸⁾

보일이 파악하기로는 외견상의 색깔이 참된 색깔과 다르다고 흔히 인용되는 이유로는 세가지가 있었다. 먼저 물체의 참된 색깔은 오래 지속되는데 외견상의 색깔은 곧 사라진다는 것; 둘째로 전자가 주로 빛의 반사에 의해 만들어지는데, 후자는 주로 빛의 굴절에 의해 생긴다는 것; 그리고 마지막으로 외견상의 색깔은 보는 각도에 따라 달리 보인다는 것 등이었다. 보일은 먼저 이 각각에 대해 반례를 들으로써 이런 주장을 반박했는데, 예를 들어 첫번째 이유에 대해서는 ‘머칠 동안 유지되는 거품의 색깔과 하루만에 달라지는 꽃잎의 색깔’의 예를 들고 있으며, 세번째 이유에 대해서는 ‘얇은 비단과 같은 참된 색깔도 보는 각도에 따라 색깔이 달리 보이는 경우가 있음을 제시하고 있다.’⁴⁹⁾

어려운 문제는 두번째 것이었다. 참된 색깔은 물체 표면의 배열을 구성하는 입자에 빛이 반사되면서 변형된 것인데 외견상의 색깔은 이런 과정을 거치지 않는다는 것이 문제가 되었던 것이다. 보일은 먼저 외견상의 색깔도 어떤 경우엔 반사에 의해 나타난다는 것을 이에 대한 반례로 제시하고 있지만, 무지개, 프리즘과 같이 가장 대표적인 외견상의 색깔은 주로 굴절에 의해 형성된다는 것을 인식하고 있었다.⁵⁰⁾ 결국 보일은 외견상의 색깔이 참된 색깔과 동일한 변형 과정을 거쳐 나타나는 것은 아니지만, 주로 굴절에 의해 변형됨으로써 만들어지는 것이라고 설명할 수 밖에 없었다. 즉 보일에게 있어서는 반사를 통한 굴절을 통한 간에 빛이 변형된다는 사실이 둘의 동일성을 입증하는 데 중요한 요인이 되었던 것이다. 특히 투명하거나 반투명한 물체는 배열이 물체의 표면만이 아니라 물체를 관통하고 있었기 때문에,⁵¹⁾ 빛은 프리즘을 통과하는 굴절을 겪으면서도 변형될 수 있었다. “프리즘이 제거되었을 때 물체에 색깔의 흔적이 남지 않는다 해서 이 색깔이 참된 색깔이 아니라고 할 수 없다. 왜냐하면 빛은 프리즘을 통과하는 과정에서 겪은 굴절과 반사에 의해 참으로 변형되기 때문이다. 그리고 이 경우 물체는 우리 눈에 빛을 반사시켜 주는 거울과 흡사한 물질로 기능한다.”⁵²⁾

보일은 프리즘의 실험을 통해 자신의 주장을 뒷받침하는 증거를 찾으려 했다. ‘소요학파의 원칙에 의하면 프리즘의 무지개는 순수한 외견상의 색깔로만 이루어져 있기 때문에 색깔의 혼합이 불가능함에 반해’, 만일 외견상의 색깔이 참된 색깔과 동일한 것이라면 참된 색깔이 섞이듯이 외견상의 색깔도 훌륭하게 혼합되어야 했다. 보일은 두개의 프리즘을 사용해서 무지개를 중복시켰을 때 물감을 사용한 것과 똑같은 색의 혼합이 이루어짐을 알아냈다.⁵³⁾ 굴절을 통해 변형된 빛도 훌륭하게 섞임을 발견한 보일은, 바로 다음 실험에서 노란 색 프리즘을 만들려는 시도를 했다.⁵⁴⁾ 노란 색 프리즘의 제작에는 실패했지만, 그는 아마도 노란 색 프리즘에서 나타난 무지개는 프리즘의 노란 색이 그 각각의 색에 혼합된 형태라고 생각했을지도 모른다.

실제로 ‘변형된 빛이 왜 혼합되는가’라는 질문은 빛과 색깔의 본질적 이해로 통하는 첫 관문이었을 수도 있었다. 왜냐하면 프리즘의 무지개의 혼합은, 보일의 대부분의 실험과는 달리, 배열 구조의 변화 없이 ‘변형된 빛’만의 혼합으로 색깔의 변화가 생긴 것이기 때문이었다. 그러나 보일에게 변형

48) *Touching Colours*, p. 20.

49) *Ibid.*

50) *Ibid.* p. 19.

51) 주 32 참조.

52) 보일은 제 1부 제 4 장에서 외견상의 색깔을 이론적으로 다루고 있다. *Touching Colours*, p. 20.

53) *Touching Colours*, p. 49, Exp.XIV

54) *Ibid.*, Exp.XV

된 빛의 혼합은, 외견상의 색깔이 바로 참된 색깔과 같은 것임을 입증하는 가장 중요한 증거였으며, 결과적으로 아무런 문제도 일으키지 않는 것이었다. 그는 굴절을 ‘자연현상 중 가장 심원한 것 중 하나’로 파악했지만,⁵⁵⁾ 자신의 관찰과 실험을 통해 외견상의 색깔이 바로 물체의 참된 색깔과 같다는 것을 보였다는 점에 만족했다. 그러나 역설적이게도 뉴턴의 결론은 물체의 참된 색깔이 바로 프리즘을 통해 나타나는 외견상의 색깔 각각에 지나지 않는다는 것이었다.

V

*Touching Colours*에 나타난 보일의 색깔에 대한 연구는 아리스토텔레스주의자들의 성질(quality), 본질적 형상(substantial form)이나 화학자들의 3원리 등을 그 자신의 입자철학으로 대체하려고 했던 오랜 노력의 서곡이었다.⁵⁶⁾ 그의 입자철학에 의하면 성질이란 것은 물체의 눈에 안보이는 부분의 크기(size), 모양(shape), 운동(motion), 배치(posture), 순서(order), 그리고 구조(texture)에서 연역될 수 있는 것이었다.⁵⁷⁾ 이러한 입자철학의 원리에 보일은 실험을 접목시켰다. 이것은 성질이 물질에서 분리될 수 있는 실체적이고 물리적인 실체가 아니라, “실험을 통해 기계적으로 만들어질 수 있는 것”이기 때문이었다. 보일의 실험은 (특히 화학과 연관된 실험은) 대부분 물질의 성질을 ‘기계적으로’ 변화시키는 것이었다.⁵⁸⁾

이로부터 잘 드러나듯이, 보일의 의도는 색깔, 소리, 냄새, 맛과 같은 성질들이 존재하지 않는다는 것을 물질과 운동만으로 입증하는 것이었다기보다는, 입자철학과 실험의 원리에 입자해서 성질들이 물질의 보다 보편적인 속성들로부터 나타나는 것임을 보이는 데 있었다. 이러한 원칙에서 보일은 아리스토텔레스주의의 용어라고 할 수 있는 ‘성질’이란 낱말의 사용에 거리낌이 없었다.⁵⁹⁾ 그가 색깔을 변형된 빛만이 아닌 물체에 존재하는 성질과 흡사한 배열로 이해한 것은 바로 이러한 자신의 원리에 근거한 것이었다.⁶⁰⁾ 색깔의 설명에서 중요했던 것은 이러한 성질이 존재하는가 그렇지 않은가가 아니라, 이것들을 어떻게 입자들의 크기, 모양, 운동, 그리고 입자들로 구성된 물질의 구조, 배열의 단순한 효과로 연역시키려는가의 문제였다.

성질의 설명에 있어서 보일은 자신의 실험을 입자철학의 원리——주로 구조의 변화——에 의해 설명했으며, 이것은 다시 “실험으로 뒷받침된 입자철학”이 아리스토텔레스주의나 화학자들의 이론보다 더 올바른 것임을 주장하는 근거로 작용했다.⁶⁰⁾ 색깔의 설명에 있어서, 그는 실험을 통해 나타난 색깔의 변화가 바로 구조 및 배열이 변한 결과이며, 따라서 색깔은 물체의 구조의 표면을 이루는 배열에 의존한다는 것을 보였다고 주장했다. 이런 점에서 보일은 입자철학과 실험을 결합시킬 수 있었다. 그러나 배열, 구조와 같은 개념은 색깔의 변화를 놓고 아리스토텔레스주의의 내재적 성질, 본질적 형상 등의 개념을 반박하는 데는 효과적이었는지 모르지만 색깔의 본질을 이해하는 데 있어서는 무력했다고까지 할 수 있다. “배열의 변화가 생겨서 색깔이 변했다”는 설명이 대부분의 색깔 변화를 이해하는 데 충분했는지 모르지만, “어떤 배열 하에서 왜 이러한 색깔이 나타나는가”의 문제는 설명할 수 없었기 때문이었다. 결국 보일은 거의 대부분의 과학자들이 그 메카니즘에 대해 의견을 같이했던 흰 색과 검은 색의 배열만을 제시할 수밖에 없었다. 그는 후대의 과학자들이

55) 빛의 굴절에 대한 보일의 생각에 대해서는 *Touching Colours*, p. 23을 볼 것.

56) 주 19에 나와 있는 보일의 저작을 볼 것.

57) *Origin of Forms and Qualities*, p. 26.

58) Ibid. p. 13.

59) Ibid. pp. 26—27.

60) 실험에 대한 보일의 생각이 가장 잘 드러난 글로는 *Considerations Touching Experimental Essays in General* (1661), *Some Specimens of an Attempt to make Chymical Experiments* (1661)가 있다.

곧 다른 여러 색깔에 해당하는 배열을 규명하리라 생각했지만, 그들은 색깔의 문제를 해결함에 있어 다시 ‘빛’으로 되돌아갔다.

이제 마지막으로 보일의 이러한 생각이 그의 과학활동에 미친 영향을 한가지 예를 들어 살펴 보자. 보일은 색깔이 변하는 반응을 찾는 과정에서 *Lignum Nephriticum* 이라는 나무의 액체를 사용해 산(acid)과 황화염(sulphureous salt)의 색깔 변화가 각각 다르게 나타남을 발견했으며, 곧바로 훨씬 쉽게 산과 황화염을 구별하는 실험적 방법을 고안해냈다.⁶¹⁾ 지시약(Chemical Indicator)의 시초가 된 이 발견은 배이론주의 정신이 낳은 큰 성과로 평가될 수 있다. 그러나 물체의 구조, 배열의 강조는 빛과 색깔의 본질적 이해에 도달할 수도 있었던 보일의 우연한 기회를 앗아가버리기도 했다. 이러한 것들은 그의 입자철학과 실험과학이 생산해 낸 그의 성공과 한계의 단적인 예이다.

61) *Touching Colours*, Exp.X, Exp.XX.